УДК 681.3

В.А. Ященко
Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, г. Киев
Украина, 03680, г. Киев, пр. Глушкова, 42

Некоторые положения теории искусственного интеллекта

V.A. Yashchenko
Institute of Mathematical Machines and Systems
National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv
Ukraine, 03680, c. Kyiv, etc. Glushkov, 42

Some Provisions of the Artificial Intelligence Theory

В.О. Ященко
Інститут проблем математичних машин і систем НАН України, м. Київ
Україна, 03680, м. Київ, пр. Глушкова, 42

Деякі положення теорії штучного інтелекту

В статье рассмотрены основные положения общей теории искусственного интеллекта: учение о нейроподобных элементах и многомерных нейроподобных растущих сетях; временной и долговременной памяти; учение о функциональной организации «мозга» систем с искусственным интеллектом; о сенсорной системе; модулирующей системе; моторной системе; условном и безусловном рефлексах; рефлекторной дуге; мотивации; целенаправленном поведении; «мышлении»; «сознании»; «подсознании» и искусственной личности.
Ключевые слова: многомерные нейроподобные растущие сети, сенсорная система, модулирующая система, моторная система, условный и безусловный рефлексы, рефлекторная дуга.

In the article, the key points of the general theory of artificial intelligence are described: the doctrine of neural cells and neural-like growing networks multidimensional, temporary and long-term memory; the doctrine of the functional organization of the “brain” for the systems with artificial intelligence; the theory of the sensory system; the theory of the modulation system; the theory of the motor system, the theory of the conditional and unconditional reflex and reflex arc; the doctrine of motivation; the doctrine of goal directed behavior, the theories of “thinking”, “consciousness”, “subconscious” and artificial personality.
Key words: multi-growing neural network sensor system, modulating system, motor system, conditioned and unconditioned reflexes, reflex arc.

У статті розглянуті основні положення загальної теорії штучного інтелекту: вчення про нейроподібні елементи і багатовимірні нейроподібні зростаючі мережі; тимчасову та довготривалу пам’ять; вчення про функціональну організацію «мозку» систем зі штучним інтелектом; про сенсорну систему; модулюючу систему; моторну систему; умовний і безумовний рефлекс; рефлекторну дугу; мотивації; цілеспрямовану поведінку; «мислення»; «свідомість»; «підсвідомість» і штучну особистість.
Ключові слова: багатовимірні нейроподібні зростаючі мережі, сенсорна система, модулююча система, моторна система, умовний і безумовний рефлекси, рефлекторна дуга.

Введение

Проблема создания искусственного интеллекта (ИИ), возникшая в прошлом столетии, в настоящее время особенно актуальна в связи с необыкновенным бумом новых разработок человекоподобных роботов = роботов андроидов, которые успешно

демонстрируют исполнение элементарных операций, передвигаются, танцуют, разговаривают, распознают собеседников, но пока еще не обладают интеллектом. Анатолий Иванович Шевченко, директор Донецкого института информатики и искусственного интеллекта, в работе [1] обращает внимание научной общественности на то, что в настоящее время, с одной стороны, идет интенсивная дифференциация предметных областей ИИ, а с другой стороны, происходит своеобразная интеграция исследований в рамках поиска возможностей построения общей теории. Интеграция исследований диктуется необходимостью объединения всего комплекса исследований в области искусственного интеллекта в единое целое на основе общей универсальной концепции или идеи, восходящей к своему функциональному прототипу: думающей (мыслящей) и действующей (физически) личности – человеку.

В теории искусственного интеллекта такой общей универсальной концепцией являются многомерные рецепторно-эффекторные нейроподобные растущие сети, на разработку которых автор затратил около 30 лет.

Целью данной статьи является изложение основных положений общей теории искусственного интеллекта для привлечения коллег к дальнейшему развитию этих работ, в частности, аппаратной реализации, созданию электронного «мозга» для современных роботов, а также для разработок различных интеллекуальных систем.

Основные положення теории искусственного интеллекта

Теория искусственного интеллекта – область знаний, рассматривающая закономерности построения и функционирования интеллектуальных систем на базе многомерных рецепторно-эффекторных нейроподобных растущих сетей. Теория искусственного интеллекта включает учение о нейроподобных элементах и многомерных нейроподобных растущих сетях, временной и долговременной памяти. Учение о функциональной организации «мозга» систем с искусственным интеллектом, о сенсорной системе, модулирующей системе, моторной системе, условном и безусловном рефлексах, рефлекторной дуге, мотивации, целенаправленном поведении. О «мышлении», «сознании», «подсознании и искусственной личности, формируемой в результате обучения и воспитания».

Аксиома 1. В основе теории искусственного интеллекта лежит аналогия с нервной системой человека.

Система формирования естественного интеллекта – головной мозг, состоящий из множества нейронов, связанных между собой синаптическими связями. Взаимодействуя посредством этих связей, нейроны формируют сложные электрические импульсы, которые контролируют деятельность всего организма и позволяют познавать, обучаться, мыслить логически, систематизировать информацию путем ее анализа, классифицировать, находить в ней связи, закономерности и отличия, ассоциировать ее с подобной и пр. [2].

Функциональная организация мозга. В работах физиологов П.К. Анохина, А.Р. Лурия, Е.Н. Соколова [3], [4] и др. с позиции системной организации функций деятельности мозга выделяют различные функциональные системы и подсистемы. Классический вариант интеративной деятельности мозга может быть представлен в виде взаимодействия трех основных функциональных блоков:

1) блок приема и переработки сенсорной информации – сенсорные системы (анализаторы);

2) блок модуляции, активации нервной системы – модулирующие системы (лимбико-ретикулярные системы) мозга;

3) блок программирования, запуска и контроля поведенческих актов – моторные системы (двигательный анализатор).

Сенсорные системы (анализаторы) мозга. Сенсорная (афферентная) система начинает действовать тогда, когда какое-либо явление окружающей среды воздействует на рецептор. В каждом рецепторе воздействующий физический фактор (свет, звук, тепло, давление) преобразуется в потенциал действия, нервный импульс. Анализатор – это многоуровневая система с иерархическим принципом организации. Основанием анализатора служит рецепторная поверхность, а вершиной – проекционные зоны коры головного мозга. Каждый уровень представляет собой совокупность клеток, аксоны которых идут на следующий уровень. Взаимоотношения между последовательными уровнями анализаторов построены по принципу «дивергенции – конвергенции».

Модулирующие системы мозга являются аппаратом, выполняющим роль регулятора уровня бодрствования, также осуществляющим избирательную модуляцию и актуализацию приоритета той или иной функции.

Первым источником активации является внутренняя активность организма или его потребности. Второй источник активации связан с воздействием раздражителей внешней среды.

Моторные (двигательные) системы мозга. Для двигательных областей коры характерен прежде всего синтез возбуждений различной модальности с биологически значимыми сигналами и мотивационными влияниями. Им свойственна дальнейшая, окончательная трансформация афферентных влияний в качественно новую форму деятельности, направленную на быстрейший выход афферентных возбуждений на периферию, т.е. на аппараты реализации конечной стадии поведения.

Система формирования искусственного интеллекта – «мозг» системы, представляющий собой активную, ассоциативную, однородную структуру – многомерную рецепторно-эффекторную нейроподобную растущую сеть, состоящую из множества нейроподобных элементов, связанных синаптическими связями. Нейроподобные элементы воспринимают, анализируют, синтезируют и сохраняют информацию, позволяют системе познавать, обучаться, мыслить логически, систематизировать и классифицировать информацию, находить в ней связи, закономерности, отличия и вырабатывать сигналы управления внешними устройствами.

Основные правила и определения теории искусственного интеллекта

Аксиома 2. Основная функциональная единица структуры «нервной системы» интеллектуальных систем – искусственный нейрон (нейроподобный элемент).

Определение 1. Нейроподобный элемент – упрощенная модель биологического нейрона, состоящая из устройства (аналога тела клетки) с множеством возбуждающих и тормозных входов, модулирующим входом и одним выходом. Выход (аналог аксона) состоит из множества проводников и множества окончаний. На входы устройства поступает информация (коды, пачки импульсов). Устройство обрабатывает информацию в соответствии с правилами формирования нейроподобной растущей сети, генерирует коды (пачки импульсов) и по нитям аксона одновременно или с разделением во времени передает их на входы других нейронов. Входы нейрона (аналог синапсов) представляют собой рецепторы, реагирующие или не реагирующие на ту

или иную часть поступающего на них кода, тем самым увеличивая или уменьшая уровень возбуждения нейроподобного элемента и интенсивность его ответной реакции. При этом амплитуда и частота сигнала могут регулироваться.

Аксиома 3. Все свободные от информации нейроподобные элементы есть нейроподобные элементы новизны.

Аксиома 4. Все нейроподобные элементы, несущие (запомнившие) в себе некую информацию, есть нейроподобные элементы тождества.

Аксиома 5. При отсутствии информации на рецепторах нейроподобных элементов новизны они находятся в режиме слабого случайного фонового возбуждения.

Аксиома 6. Фоновое возбуждение есть постоянно изменяющаяся случайная величина возбуждения нейроподобного элемента.

Определение 2. Нейроподобные элементы чувства – элементы, у которых порог возбуждения увеличивается или уменьшается в зависимости от состояния внутренних подсистем системы или от результата исполняемой функции. Нейроподобные элементы чувства имеют связи с мотонейронами управления результатом выполняемых действий.

Определение 3. Временная память. Время, необходимое для анализа и запоминания информации нейроном новизны. При поступлении информации (которая системе неизвестна) на рецепторы сенсорной области между ближайшим нейроподобным элементом новизны (уровень возбуждения которого невысокий, но выше всех остальных ближайших нейроподобных элементов новизны) и рецепторами сенсорной области образуются связи, связям присваиваются весовые коэффициенты, а нейроподобному элементу – некоторый порог возбуждения. При неоднократном повторении этой информации порог возбуждения увеличивается. При достижении максимального возбуждения нейроподобный элемент становится нейроподобным элементом тождества и переводится в долговременную память.

Определение 4. Долговременная память – все нейроподобные элементы тождества.

Определение 5. Нейронная сеть – это параллельная связная сеть простых адаптивных элементов, которая взаимодействует с объектами реального мира аналогично биологической нервной системе.

Определение 6. Нейроподобная растущая сеть – это совокупность взаимосвязанных нейроподобных элементов, предназначенных для приема анализа и преобразования информации в процессе взаимодействия с объектами реального мира, причем в процессе приема и обработки информации сеть изменяет свою структуру.

Нейроподобные растущие сети

Нейроподобные растущие сети (н-РС) – новый тип нейронных сетей, включающий в себя следующие классы: многосвязные (рецепторные) нейроподобные растущие сети (мн-РС); многосвязные (рецепторные) многомерные нейроподобные растущие сети (ммн-РС); рецепторно-эффекторные нейроподобные растущие сети (рэн-РС); многомерные рецепторно-эффекторные нейроподобные растущие сети (мрэн-РС).

Н-РС описываются в виде направленного графа, где нейроподобные элементы представляются его вершинами, а связи между элементами – его ребрами.

Таким образом, сеть представляет собой распараллеленную динамическую систему с топологией направленного графа, которая выполняет переработку информации посредством изменения своего состояния и структуры в ответ на воздействия внешней среды.

В теории нейроподобных растущих сетей основными понятиями являются понятия структуры и архитектуры, раскрывающие схему связей и взаимодействия между

элементами сети: топологическая (пространственная) структура – это направленный граф связей элементов сети; архитектура сети определяется схемой связей физических элементов сети и правилами формирования связей и элементов.

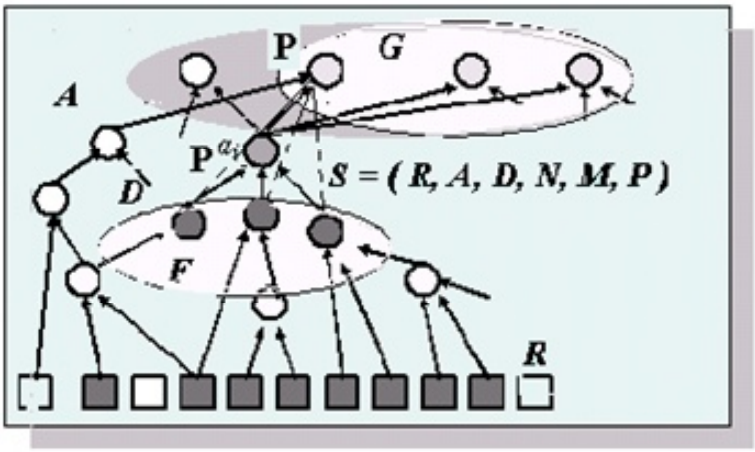


Рисунок 1 – Топологическая структура мн-РС

Топологическая структура н-РС представляется связным ориентированным графом (рис. 1). С помощью графов в теории мн-РС рассматриваются процессы прохождения и запоминания информации в сети.

Нейроподобные растущие сети формально задаются следующим образом: $\boldsymbol{S} = (\boldsymbol{R, A, D, M, P, N})$, где $\boldsymbol{R} = \{r_i\}, i = \overline{1,n}$ – конечное множество рецепторов; $\boldsymbol{A}_r = \{a_i\}$, $i = \overline{1,k}$ – конечное множество нейроподобных элементов; $\boldsymbol{D} = \{d_i\}$, $i = \overline{1,e}$ – конечное множество дуг, связывающих рецепторы с нейроподобными элементами и нейроподобные элементы между собой; $\boldsymbol{P} = \{P_i\}$, $i = \overline{1,k}$ $\boldsymbol{N} = h$, где P – порог возбуждения вершины a_i, $P = f(m_i) > P_0$ (P_0 – минимально допустимый порог возбуждения) при условии, что множеству дуг $\boldsymbol{D}$, приходящих на вершину a_i, соответствует множество весовых коэффициентов $\boldsymbol{M} = \{m_i\}$, $i = \overline{1,w}$, причем m_i может принимать как положительные, так и отрицательные значения.

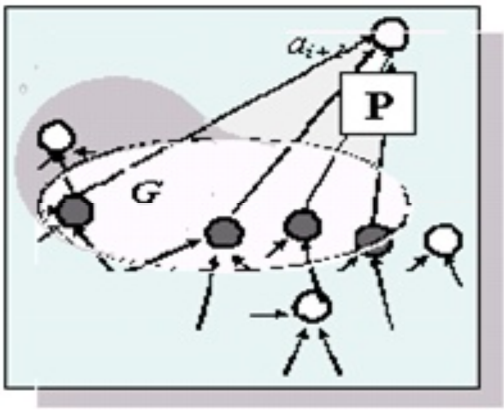


Рисунок 2 – Правило 2

Определение 7. Многосвязной (рецепторной) нейроподобной растущей сетью называется ациклический граф, в котором минимальное число заходящих дуг на вершины графа a_i равно переменному коэффициенту n, а каждой дуге d_i, приходящей на вершину a_i, соответствует определенный весовой коэффициент m_i. Каждой вер-

шине a_i присваивается определенный порог возбуждения. Вершины, не имеющие заходящих дуг, называются рецепторами, остальные вершины называются нейроподобными элементами.

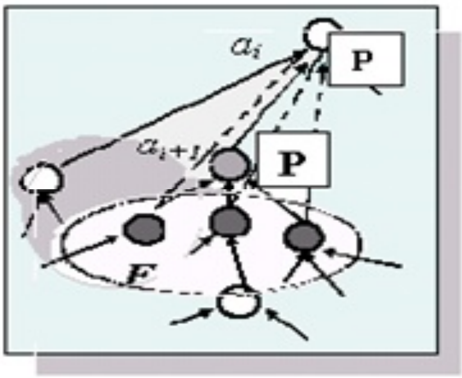


Рисунок 3 – Правило 1

Правило 1. Если при восприятии информации возбуждается подмножество вершин $\boldsymbol{F}$ из множества вершин, имеющих непосредственную связь с вершиной a_i, и $\overline{\overline{F}} \geq h$, то связи вершины a_i с вершинами из подмножества $\boldsymbol{F}$ ликвидируются, и к сети присоединяется новая вершина a_{i+1}, входы которой соединяются с входами всех вершин подмножества $\boldsymbol{F}$, а выход вершины a_{i+1} соединяется с одним из входов вершины a_i, причем входящим связям вершины a_{i+1} присваиваются весовые коэффициенты m_g, соответствующие весовым коэффициентам ликвидированных связей вершины a_i, а вершине a_{i+1} присваивается порог возбуждения P_i, равный сумме весовых коэффициентов связей, входящих в вершину a_{i+1}, или присваивается порог возбуждения P_i, равный $f(m_i)$, (некоторой функции от весовых коэффициентов связей, входящих в вершину a_{i+1}).

Исходящей связи вершины a_{i+1} присваивается весовой коэффициент m_{i+1}. Связям, исходящим из рецепторов, присваивается весовой коэффициент m_{ri} (рис. 3).

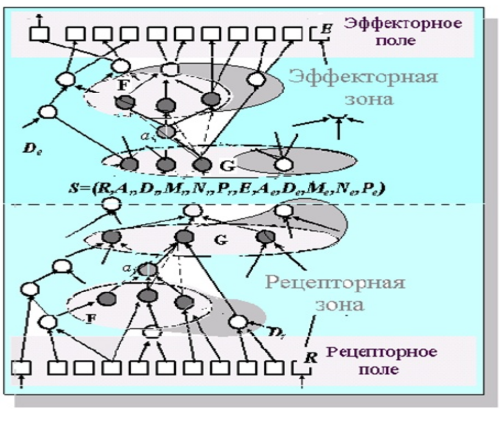


Рисунок 4 – Топологическая структура рэн-РС

Правило 2. Если при восприятии информации возбуждается подмножество вершин $\boldsymbol{G}$ и $\overline{\overline{G}} \geq h$, то к сети присоединяется новая ассоциативная вершина a_{i+1}, которая соединяется заходящими дугами со всеми вершинами подмножества $\boldsymbol{G}$. Каждой из заходящих дуг присваивается весовой коэффициент m_i, а новой вершине

a_{i+1} присваивается порог возбуждения P_{ai+1}, равный сумме весовых коэффициентов m_i входящих дуг, или присваивается порог возбуждения P_i, равный $f(m_i)$ (некоторой функции от весовых коэффициентов связей, входящих в вершину a_{i+1}). Новая вершина a_{i+1} находится в состоянии возбуждения (рис. 2).

Определение 8. Информационным пространством называется область нейроподобной растущей сети, состоящая из множества вершин и дуг, объединенных в единую информационную структуру одного из отображений.

Определение 9. Множество взаимосвязанных ациклических графов, описывающих нейроподобные растущие сети в различных информационных пространствах, называются многосвязными многомерными нейроподобными растущими сетями (ммн-РС).

Рецепторно-эффекторные нейроподобные растущие сети формально задаются следующим образом:

$\boldsymbol{S = (R, A_r, D_r, P_r, N_r, E, A_e, D_e, P_e, M_e, N_e)}$, $\boldsymbol{R} = \{r_i\}$, $i = \overline{1,n}$ – конечное множество рецепторов, $\boldsymbol{A}_r = \{a_i\}$, $i = \overline{1,k}$ – конечное множество нейроподобных элементов рецепторной зоны, $\boldsymbol{D}_r = \{d_i\}$, $i = \overline{1,e}$ – конечное множество дуг рецепторной зоны, $\boldsymbol{E} = \{e_i\}$, $i = \overline{1,e}$ – конечное множество эффекторов, $\boldsymbol{A}_e = \{a_i\}$, $i = \overline{1,k}$ – конечное множество нейроподобных элементов эффекторной зоны, $\boldsymbol{D}_e = \{d_i\}$, $i = \overline{1,e}$ – конечное множество дуг эффекторной зоны, $\boldsymbol{P}_r = \{P_i\}$, $\boldsymbol{P}_e = \{P_i\}$, $i = \overline{1,k}$, где P_i – порог возбуждения вершины a_{ir}, a_{ie} $P_i = f(m_i)$ при условии, что множеству дуг $\boldsymbol{D}_r$, $\boldsymbol{D}_e$, приходящих на вершину a_{ir}, a_{ie}, соответствует множество весовых коэффициентов $\boldsymbol{M}_r = \{m_i\}$, $\boldsymbol{M}_e = \{m_i\}$, $i = \overline{1,w}$, причем m_i может принимать как положительные, так и отрицательные значения. $\boldsymbol{N}_r$, $\boldsymbol{N}_e$ – переменные коэффициенты связности рецепторной и эффекторной зон.

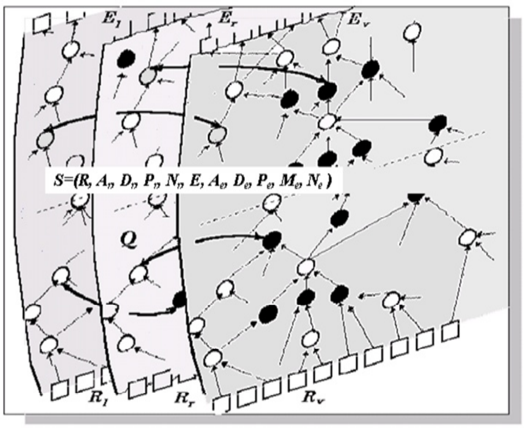


Рисунок 5 – Топологическая
структура мрэн-РС

Определение 10. Рецепторно-эффекторной нейроподобной растущей сетью называется двухсторонний ациклический граф, в котором минимальное число заходящих дуг на вновь образуемые вершины графа равно переменному коэффициенту n. Каждой дуге, приходящей на вершины рецепторной зоны, соответствует определенный весовой коэффициент, а вершинам – определенный порог возбуждения, и каждой дуге, приходящей на вершины эффекторной зоны, соответствует определенный весовой

коэффициент, а вершинам – определенный порог возбуждения. Вершины, не имеющие заходящих дуг, называются рецепторами, вершины, не имеющие исходящих дуг, называются эффекторами, остальные вершины – нейроподобные элементы (рис. 4).

Определение 11. Множество взаимосвязанных двухсторонних ациклических графов, описывающих состояние объекта и вырабатываемые им действия в различных информационных пространствах, называются многомерными рецепторно-эффекторными нейроподобными растущими сетями.

Топологическая структура многомерной рецепторно-эффекторной нейроподобной растущей сети (мрэн-РС) представляется графом (рис. 5). Формально мрэн-РС задаются следующим образом: $S = (R, A_r, D_r, P_r, N_r, E, A_e, D_e, P_e, M_e, N_e)$; $R \supset R_v, R_s, R_t$; $A_r \supset A_v, A_s, A_t$; $D_r \supset D_v, D_s, D_t$; $P_r \supset P_v, P_s, P_t$; $M_r \supset M_v, M_s, M_t$; $N_r \supset N_v, N_s, N_t$; $E \supset E_r, E_d, E_{d1}$; $A_e \supset A_r, A_{d1}, A_{d2}$; $D_e \supset D_r, D_{d1}, D_{d2}$; $P_e \supset P_r, P_{d1}, P_{d2}$; $M_e \supset M_r, M_{d1}, M_{d2}$; $N_e \supset N_r, N_{d1}, N_{d2}$; здесь R_v, R_s, R_t – конечное подмножество рецепторов, A_v, A_s, A_t – конечное подмножество нейроподобных элементов, D_v, D_s, D_t – конечное подмножество дуг, P_v, P_s, P_t – конечное множество порогов возбуждения нейроподобных элементов рецепторной зоны, принадлежащих, например, визуальному, слуховому, тактильному информационным пространствам, N_r – конечное множество переменных коэффициентов связности рецепторной зоны, E_r, E_d, E_{d1} – конечное подмножество эффекторов, A_r, A_{d1}, A_{d2} – конечное подмножество нейроподобных элементов, D_r, D_{d1}, D_{d2} – конечное подмножество дуг эффекторной зоны, P_r, P_{d1}, P_{d2} – конечное множество порогов возбуждения нейроподобных элементов эффекторной зоны, принадлежащих, например, речевому информационному пространству и пространству действий, N_e – конечное множество переменных коэффициентов связности эффекторной зоны.

Правило 3. Если при поступлении на рецепторные поля различных информационных пространств внешней информации в рецепторных зонах этих информационных пространств возбуждается подмножество Q_r конечных вершин, принадлежащих этим описаниям, и при этом в эффекторных зонах соответствующих информационных пространств возбуждается подмножество Q_e конечных вершин, вырабатывающих набор действий, соответствующих входной информации, то вершины рецепторных зон этих информационных пространств, принадлежащие подмножеству Q_r, соединяются между собой двунаправленными дугами. Вершины эффекторных зон, принадлежащие подмножеству Q_e, также соединяются между собой двунаправленными дугами.

Математический аппарат описания функциональной организации «мозга» систем с искусственным интеллектом

В теории нейроподобных растущих сетей рассматриваются бинарные отношения, для которых задаются множество вершин (нейроподобных элементов) $\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, ..., \vec{a}_i\}$, где $\vec{a}_i$ – булевой вектор конечной размерности, $\{\vec{a}_i, \vec{a}_k\}$ – множество пар из этих элементов. Пара $\vec{a}_i, \vec{a}_k$ принадлежит подмножеству R тогда и только тогда, когда вектор $\vec{a}_i$ находится в отношении R с элементом $\vec{a}_k$.

Базовые свойства пар векторов, основанные на операции конъюнкции, применяемой к компонентам векторов, т.е. $\vec{a}_i \times \vec{a}_k = (a_{(1)} \,\&\, b_{(1)},\ a_{(2)} \,\&\, b_{(2)},\ \ldots,\ a_{(n)} \,\&\, b_{(n)})$, здесь & – конъюнкция, × – операция «векторной» конъюнкции. Эти базовые конъюнктивные свойства пар векторов $\vec{a}, \vec{c}$ следующие:

1. $\vec{a} \times \vec{c} = \vec{a}$. 2. $\vec{a} \times \vec{c} \neq \vec{a}$.

3. $\vec{a} \times \vec{c} = \vec{c}$. 4. $\vec{a} \times \vec{c} \neq \vec{c}$.

5. $\vec{a} \times \vec{c} = 0$. 6. $\vec{a} \times \vec{c} \neq 0$.

Комбинации основных свойств пар векторов по три дают восемь исключающих друг друга отношений:

1. $\vec{a}\ R1\vec{c} \equiv (\vec{a} \times \vec{c} = \vec{a}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} = \vec{c}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} \neq 0)$.
2. $\vec{a}\ R2\vec{c} \equiv (\vec{a} \times \vec{c} \neq \vec{a}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} \neq \vec{c}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} = 0)$.
3. $\vec{a}\ R3\vec{c} \equiv (\vec{a} \times \vec{c} \neq \vec{a}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} \neq \vec{c}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} \neq 0)$.
4. $\vec{a}\ R4\vec{c} \equiv (\vec{a} \times \vec{c} \neq \vec{a}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} = \vec{c}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} \neq 0)$.
5. $\vec{a}\ R5\vec{c} \equiv (\vec{a} \times \vec{c} = \vec{a}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} \neq \vec{c}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} \neq 0)$.
6. $\vec{a}\ R6\vec{c} \equiv (\vec{a} \times \vec{c} = \vec{a}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} \neq \vec{c}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} = 0)$.
7. $\vec{a}\ R7\vec{c} \equiv (\vec{a} \times \vec{c} \neq \vec{a}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} = \vec{c}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} = 0)$.
8. $\vec{a}\ R8\vec{c} \equiv (\vec{a} \times \vec{c} = \vec{a}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} = \vec{c}) \cap (\vec{a} \times \vec{c} = 0)$.

Здесь $\cap$ – логическое И.

Очевидно, что отношения ***R6, R7, R8*** тривиальны, так как в каждом из них один или оба вектора равны нулю. На основании анализа основных конъюнктивных свойств пар векторов сформулируем следующие утверждения:

Утверждение 1. На множестве пар векторов $\vec{a}, \vec{a}' \in \boldsymbol{A}$ можно определить пять основных, исключающих друг друга, отношений: ***R1, R2, R3, R4, R5*** как для рецепторной, так и для эффекторной зон.

$$\vec{a}\, R_r 1 \vec{a}' \equiv \forall\, \vec{a}_i^{\,j}, \vec{a}_i^{\,j+1} \in A: (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} = \vec{a}_i^{\,j}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} = \vec{a}_i^{\,j+1} \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq 0),$$

здесь $\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1}$ – конъюнкция векторов $\vec{a}_i^{\,j}$ и $\vec{a}_i^{\,j+1}$, $\cap$ – логическое И;

$$\left.\begin{array}{l}
\vec{a} R_r 1 \vec{a}' \equiv \forall \vec{a}_i^{\,j}, \vec{a}_i^{\,j+1} \in A: (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} = \vec{a}_i^{\,j}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} = \vec{a}_i^{\,j+1} \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq 0), \\
\vec{a} R_r 2 \vec{a}' \neq \forall \vec{a}_i^{\,j}, \vec{a}_i^{\,j+1} \in A: (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq \vec{a}_i^{\,j}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq \vec{a}_i^{\,j+1}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} = 0); \\
\vec{a} R_r 3 \vec{a}' \equiv \forall \vec{a}_i^{\,j}, \vec{a}_i^{\,j+1} \in A: (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq \vec{a}_i^{\,j}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq \vec{a}_i^{\,j+1}) \cup (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq 0); \\
\vec{a} R_r 4 \vec{a}' \equiv \forall \vec{a}_i^{\,j}, \vec{a}_i^{\,j+1} \in A: (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq \vec{a}_i^{\,j}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} = \vec{a}_i^{\,j+1}) \cup (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq 0); \\
\vec{a} R_r 5 \vec{a}' \equiv \forall \vec{a}_i^{\,j}, \vec{a}_i^{\,j+1} \in A: (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} = \vec{a}_i^{\,j}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq \vec{a}_i^{\,j+1}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq 0);
\end{array}\right\} \vec{a}\, R_r i\, \vec{a}',$$

$$\left.\begin{array}{l}
\vec{a} R_e 1 \vec{a}' \equiv \forall \vec{a}_i^{\,j}, \vec{a}_i^{\,j+1} \in A: (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} = \vec{a}_i^{\,j}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} = \vec{a}_i^{\,j+1} \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq 0); \\
\vec{a} R_e 2 \vec{a}' \neq \forall \vec{a}_i^{\,j}, \vec{a}_i^{\,j+1} \in A: (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq \vec{a}_i^{\,j}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq \vec{a}_i^{\,j+1}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} = 0); \\
\vec{a} R_e 3 \vec{a}' \equiv \forall \vec{a}_i^{\,j}, \vec{a}_i^{\,j+1} \in A: (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq \vec{a}_i^{\,j}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq \vec{a}_i^{\,j+1}) \cup (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq 0); \\
\vec{a} R_e 4 \vec{a}' \equiv \forall \vec{a}_i^{\,j}, \vec{a}_i^{\,j+1} \in A: (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq \vec{a}_i^{\,j}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} = \vec{a}_i^{\,j+1}) \cup (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq 0); \\
\vec{a} R_e 5 \vec{a}' \equiv \forall \vec{a}_i^{\,j}, \vec{a}_i^{\,j+1} \in A: (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} = \vec{a}_i^{\,j}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq \vec{a}_i^{\,j+1}) \cap (\vec{a}_i^{\,j} \times \vec{a}_i^{\,j+1} \neq 0).
\end{array}\right\} \vec{a}\, R_e i\, \vec{a}'.$$

На основе утверждения 1 определяются следующие основные операции построения н-РС.

Если пара векторов $(\vec{a}^{\,1}_{ri}, \vec{a}^{\,k}_{ri})$ находится в отношении ***Rr1, Rr2, Rr3, Rr4, Rr5***, то соответственно выполняются операции $\boldsymbol{Qrj^1}$, $\boldsymbol{Qrj^2}$, $\boldsymbol{Qrj^3}$, $\boldsymbol{Qrj^4}$ или $\boldsymbol{Qrj^5}$:

$$Q^{1}_{r1}(\vec{a}\ ,\vec{a}^{\,'}) = (\vec{a}^{\,1}_{ri}, \vec{a}^{\,k}_{ri}, \vec{a}^{\,k+1}_{ri}),\ \vec{a}^{\,1}_{ri} := \vec{a}^{\,1}_{ri}, \vec{a}^{\,k}_{ri} := 0,\ \vec{a}^{\,k+1}_{ri} := 0, m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k} := b_k,$$
$$m^{\vec{a}^{2}_{i}}_{k} := b_k, P^{0}_{\vec{a}^{1}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k}),\ P^{0}_{\vec{a}^{2}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{2}_{i}}_{k});$$

$$Q^{2}_{r1}(\vec{a}\ ,\vec{a}^{\,'}) = (\vec{a}^{\,1}_{ri}, \vec{a}^{\,k}_{ri}, \vec{a}^{\,k+1}_{ri}),\ \vec{a}^{\,1}_{ri} := \vec{a}^{\,1}_{ri}, \vec{a}^{\,k}_{ri} := \vec{a}^{\,k}_{ri},\ \vec{a}^{\,k+1}_{ri} := 0, m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k} := b_k,$$
$$m^{\vec{a}^{2}_{i}}_{k} := b_k, P^{0}_{\vec{a}^{1}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k}),\ P^{0}_{\vec{a}^{2}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{2}_{i}}_{k});$$

$$Q^{3}_{r1}(\vec{a}\ ,\vec{a}^{\,'}) = (\vec{a}^{\,1}_{ri}, \vec{a}^{\,k}_{ri}, \vec{a}^{\,k+1}_{ri}), \vec{a}^{\,1}_{ri} := (\overline{\vec{a}^{\,1}_{ri} \times \vec{a}^{\,k}_{ri}} \times \vec{a}^{\,1}_{ri}) \cup c_{rj}, \vec{a}^{\,k}_{ri} := (\overline{\vec{a}^{\,1}_{ri} \times \vec{a}^{\,k}_{ri}} \times$$
$$\times \vec{a}^{\,k}_{ri}) \cup c_{rj}, \vec{a}^{\,k+1}_{ri} := \vec{a}^{\,1}_{ri} \times \vec{a}^{\,k}_{ri}, m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k} := b_k, m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{k} := b_k, m^{\vec{a}^{1,k}_{i}}_{c} := f(P^{0}_{\vec{a}^{k+1}_{i}}),$$
$$P^{0}_{\vec{a}^{k+1}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{+1k}_{i}}_{k}), P^{0}_{\vec{a}^{1}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k}, m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{c}), P^{0}_{\vec{a}^{k}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{k}, m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{c});$$

$$Q^{4}_{r1}(\vec{a}\ ,\vec{a}^{\,'}) = (\vec{a}^{\,1}_{ri}, \vec{a}^{\,k}_{ri}, \vec{a}^{\,k+1}_{ri}),\ \vec{a}^{\,1}_{ri} := (\overline{\vec{a}^{\,1}_{ri} \times \vec{a}^{\,k}_{ri}} \times \vec{a}^{\,1}_{ri}) \cup c_{rj}, \vec{a}^{\,k}_{ri} := \vec{a}^{\,k}_{ri},$$
$$\vec{a}^{\,k+1}_{ri} := 0, m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k} := b_k, m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{k} := b_k, m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{c} := f(P^{0}_{\vec{a}^{k}_{i}}),\ P^{0}_{\vec{a}^{k}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{k}),$$
$$P^{0}_{\vec{a}^{1}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k}, m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{c});$$

$$Q^{5}_{r1}(\vec{a}\ ,\vec{a}^{\,'}) = (\vec{a}^{\,1}_{ri}, \vec{a}^{\,k}_{ri}, \vec{a}^{\,k+1}_{ri}), \vec{a}^{\,1}_{ri} := \vec{a}^{\,1}_{ri}, \vec{a}^{\,k}_{ri} := (\overline{\vec{a}^{\,1}_{ri} \times \vec{a}^{\,k}_{ri}} \times \vec{a}^{\,k}_{ri}) \cup c_{rj}, \vec{a}^{\,k+1}_{ri} := 0,$$
$$m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k} := b_k, m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{k} := b_k, m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{c} := f(P^{0}_{\vec{a}^{1}_{i}}), P^{0}_{\vec{a}^{1}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k}),\ P^{0}_{\vec{a}^{k}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{k}, m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{c}).$$

Операции $\boldsymbol{Qrj^1}$, $\boldsymbol{Qrj^2}$, $\boldsymbol{Qrj^3}$, $\boldsymbol{Qrj^4}$ или $\boldsymbol{Qrj^5}$ обозначим через $Q^{i}_{ri}(\vec{a}\ ,\vec{a}^{\,'})$.

Аналогично в эффекторной зоне, если пара векторов $(\vec{a}^{\,1}_{ei}, \vec{a}^{\,k}_{ei})$ находится в отношении ***Re1, Re2, Re3, Re4, Re5***, то соответственно выполняются операции $\boldsymbol{Qej^1}$, $\boldsymbol{Qej^2}$, $\boldsymbol{Qej^3}$, $\boldsymbol{Qej^4}$ или $\boldsymbol{Qej^5}$**:**

$$Q^{1}_{e1}(\vec{a}\ ,\vec{a}^{\,'}) = (\vec{a}^{\,1}_{ei}, \vec{a}^{\,k}_{ei}, \vec{a}^{\,k+1}_{ei}),\ \vec{a}^{\,1}_{ei} := \vec{a}^{\,1}_{ei}, \vec{a}^{\,k}_{ei} := 0,\ \vec{a}^{\,k+1}_{ei} := 0, m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k} := b_k,$$
$$m^{\vec{a}^{2}_{i}}_{k} := b_k, P^{0}_{\vec{a}^{1}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k}),\ P^{0}_{\vec{a}^{2}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{2}_{i}}_{k});$$

$$Q^{2}_{e1}(\vec{a}\ ,\vec{a}^{\,'}) = (\vec{a}^{\,1}_{ei}, \vec{a}^{\,k}_{ei}, \vec{a}^{\,k+1}_{ei}),\ \vec{a}^{\,1}_{ei} := \vec{a}^{\,1}_{ei}, \vec{a}^{\,k}_{ei} := \vec{a}^{\,k}_{ei},\ \vec{a}^{\,k+1}_{ei} := 0, m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k} := b_k,$$
$$m^{\vec{a}^{2}_{i}}_{k} := b_k,\ P^{0}_{\vec{a}^{1}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k}),\ P^{0}_{\vec{a}^{2}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{2}_{i}}_{k});$$

$$Q^{3}_{Ƅ1}(\vec{a}\ ,\vec{a}^{\,'}) = (\vec{a}^{\,1}_{Ƅi}, \vec{a}^{\,k}_{Ƅi}, \vec{a}^{\,k+1}_{Ƅi}), \vec{a}^{\,1}_{Ƅi} := (\overline{\vec{a}^{\,1}_{Ƅi} \times \vec{a}^{\,k}_{Ƅi}} \times \vec{a}^{\,1}_{Ƅi}) \cup c_{Ƅj}, \vec{a}^{\,k}_{Ƅi} := (\overline{\vec{a}^{\,1}_{Ƅi} \times \vec{a}^{\,k}_{Ƅi}} \times$$
$$= \vec{a}^{\,k}_{Ƅi}) \cup c_{Ƅj}, \vec{a}^{\,k+1}_{Ƅi} := \vec{a}^{\,1}_{Ƅi} \times \vec{a}^{\,k}_{Ƅi}, m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k} := b_k, m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{k} := b_k, m^{\vec{a}^{1,k}_{i}}_{c} := f(P^{0}_{\vec{a}^{k+1}_{i}}),$$
$$P^{0}_{\vec{a}^{k+1}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{+1k}_{i}}_{k}), P^{0}_{\vec{a}^{1}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k}, m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{c}), P^{0}_{\vec{a}^{k}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{k}, m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{c});$$

$$Q^{4}_{Ƅ1}(\vec{a}\ ,\vec{a}^{\,'}) = (\vec{a}^{\,1}_{Ƅi}, \vec{a}^{\,k}_{Ƅi}, \vec{a}^{\,k+1}_{Ƅi}),\ \vec{a}^{\,1}_{Ƅi} := (\overline{\vec{a}^{\,1}_{Ƅi} \times \vec{a}^{\,k}_{Ƅi}} \times \vec{a}^{\,1}_{Ƅi}) \cup c_{Ƅj}, \vec{a}^{\,k}_{Ƅi} := \vec{a}^{\,k}_{Ƅi},$$
$$\vec{a}^{\,k+1}_{Ƅi} := 0, m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k} := b_k, m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{k} := b_k, m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{c} := f(P^{0}_{\vec{a}^{k}_{i}}), P^{0}_{\vec{a}^{k}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{k}),$$
$$P^{0}_{\vec{a}^{1}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k}, m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{c});$$

$$Q^{5}_{Ƅ1}(\vec{a}\ ,\vec{a}^{\,'}) = (\vec{a}^{\,1}_{Ƅi}, \vec{a}^{\,k}_{Ƅi}, \vec{a}^{\,k+1}_{ri}), \vec{a}^{\,1}_{Ƅi} := \vec{a}^{\,1}_{Ƅi}, \vec{a}^{\,k}_{Ƅi} := (\overline{\vec{a}^{\,1}_{Ƅi} \times \vec{a}^{\,k}_{Ƅi}} \times \vec{a}^{\,k}_{Ƅi}) \cup c_{Ƅj}, \vec{a}^{\,k+1}_{Ƅi} := 0,$$
$$m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k} := b_k, m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{k} := b_k, m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{c} := f(P^{0}_{\vec{a}^{1}_{i}}), P^{0}_{\vec{a}^{1}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{1}_{i}}_{k}),\ P^{0}_{\vec{a}^{k}_{i}} = f(m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{k}, m^{\vec{a}^{k}_{i}}_{c}).$$

Операции $\boldsymbol{Qej^1}$, $\boldsymbol{Qej^2}$, $\boldsymbol{Qej^3}$, $\boldsymbol{Qej^4}$ или $\boldsymbol{Qej^5}$ обозначим через $Q^{i}_{ei}(\vec{a}\ ,\vec{a}^{\,'})$.

Таким образом, описания понятий, объектов, условий или ситуаций и связи между ними, указывающие на зависимость друг от друга их информационных представлений, т.е. сенсорная система, модулирующая система, условный и безусловный рефлексы, рефлекторное кольцо, временная и долговременная память формируются в рецепторных зонах многомерной рэн-РС. В эффекторных зонах формируются адекватные входным описаниям последовательности действий и вырабатываются сигналы, управляющие исполнительными механизмами т.е. система мотивации целенаправленного поведения и моторная система. Одновременное функционирование этих систем дает возможность системе с искусственным интеллектом воспринимать, анализировать, запоминать и синтезировать информацию, обучаться и выполнять целенаправленные действия [5-7].

Функциональная организация «мозга» систем с искусственным интеллектом

«Мозг» системы с искусственным интеллектом состоит из множества нейроподобных элементов, связанных между собой связями. Взаимодействуя между собой нейроподобные элементы формируют управляющие сигналы, которые контролируют познавательную и мыслительную деятельность всей системы.

Сенсорная система. *Функция восприятие* – информация поступает из внешнего мира в рецепторную зону, активирует рецепторы, которые, в свою очередь, активируют нейроподобные элементы различных уровней обработки информации – уровней безусловных рефлексов – первичных автоматизмов, уровней формирования условных рефлексов – вторичных автоматизмов, уровней классификации, обобщения и запоминания. В формальном представлении: определяются отношения и выполняется операция $\vec{a}\, R_r i\, \vec{a}' \Rightarrow Q^{i}_{ri}(\vec{a}, \vec{a}')$.

Безусловные рефлексы задаются при создании системы.

$$\left(\Rightarrow \vec{a}\, R_r i\, \vec{a}' \Rightarrow Q^{i}_{ri}(\vec{a}, \vec{a}')\right) \Rightarrow \vec{a}^{k}_{i} \Leftarrow \left(Q^{i}_{ei}(\vec{a}\ \vec{a}') \Leftarrow \vec{a}\, R_e i\, \vec{a}' \Leftarrow \right).$$

При функционировании системы они возникают при появлении «специфического» для каждого из них раздражителя, обеспечивая тем самым неуклонность выполнения наиболее важных функций системы независимо от случайных, преходящих условий среды.

$$\left.\vec{a}\, R_r i\, \vec{a}' \Rightarrow Q^{i}_{ri}(\vec{a}, \vec{a}') \Rightarrow \vec{a}^{k}_{i} \Rightarrow e \right\} \text{БР}.$$

Условные рефлексы приобретаются в процессе функционирования системы. При действии индифферентного раздражителя возникает возбуждение в соответствующих рецепторах и импульсы поступают в сенсорную систему. При воздействии безусловного раздражителя возникает специфическое возбуждение соответствующих рецепторов. Таким образом, одновременно возникают два очага возбуждения. Между двумя очагами возбуждения образуется временная рефлекторная связь. При возникновении временной связи изолированное действие условного раздражителя вызывает безусловную реакцию.

$$\left.\begin{array}{ll} t^{1}_{1} & \vec{a}\, R_r i\, \vec{a}' \Rightarrow Q^{i}_{ri}(\vec{a}, \vec{a}') \\ t^{1}_{2} & \vec{a}\, R_r i\, \vec{a}' \Rightarrow Q^{i}_{ri}(\vec{a}, \vec{a}') \Rightarrow \vec{a}^{k}_{i} \Rightarrow e \\ & \quad \ldots \\ t^{n}_{1} & \vec{a}\, R_r i\, \vec{a}' \Rightarrow Q^{i}_{ri}(\vec{a}, \vec{a}') \Rightarrow \vec{a}^{k}_{i} \Rightarrow e \\ t^{n}_{2} & \vec{a}\, R_r i\, \vec{a}' \Rightarrow Q^{i}_{ri}(\vec{a}, \vec{a}') \end{array}\right\} \text{Формирование условного рефлекса,}$$

$$\left.\begin{array}{ll} t_1^1 & \vec{a}\, R_r i\, \vec{a}' \Rightarrow Q_{ri}^{i}(\vec{a}, \vec{a}') \Rightarrow \vec{a}_i^{k} \Rightarrow e \\ t_2^1 & \vec{a}\, R_r i\, \vec{a}' \Rightarrow Q_{ri}^{i}(\vec{a}, \vec{a}') \end{array}\right\} \text{УР – Условный рефлекс.}$$

Условные рефлексы являются универсальным механизмом приспособления, обеспечивающим пластичные формы поведения.

Первичные автоматизмы ($АВ_1$) – безусловные рефлексы $БР_1^{t1} \Rightarrow АВ_1^{tn}$.

Вторичные автоматизмы ($АВ_2$) – устоявшиеся условные рефлексы $УР_1^{t1} \Rightarrow АВ_2^{tn}$.

Модулирующая система. Модулирующая система регулирует уровень возбудимости нейроподобных элементов и осуществляет избирательную модуляцию той или иной функции системы Первым источником активации является приоритетность внутренней активности подсистем системы. Закладывается при создании системы аналогично безусловным рефлексам. Любые отклонения от жизненно важных показателей системы приводят к активации (изменению порога возбудимости) определенных подсистем и процессов. Второй источник активации связан с воздействием раздражителей внешней среды. Приоритетность определенной активности приобретается в процессе «жизненного цикла» аналогично формированию условных рефлексов.

Мотивация – механизм, который способствует удовлетворению потребностей: он соединяет память о каком-либо объекте (например, недостатке энергии) с действием по удовлетворению этой потребности (поиском энергии). При этом формируется целенаправленное поведение, которое включает в себя три звена: поиск цели, взаимодействие с уже обнаруженной целью, покой после достижения цели.

Целенаправленное поведение – мотивационная постановка цели – возбуждение, действия, направленные на поиск алгоритма решения целевой задачи, достижение цели – снятие возбуждения.

Двигательная система. Для двигательной системы характерен, прежде всего, синтез возбуждений различной модальности со значимыми сигналами и мотивационными влияниями. Им свойственна дальнейшая, окончательная трансформация афферентных влияний в качественно новую форму деятельности, направленную на быстрейший выход эфферентных возбуждений на периферию, т.е. на цепочки нейронов реализации конечной стадии поведения.

Двигательная система состоит целиком из ансамблей (цепочек) нейронов эфферентного (двигательного) типа и находится под постоянным притоком информации из афферентной (сенсорной) области. В отличие от афферентной области в области запуска и контроля поведенческих актов, процессы активации идут в нисходящем направлении, начиная с наиболее высоких уровней. В высших уровнях формируются цепочки командных нейронов (двигательные программы), а затем переходят к нейронным цепочкам низших моторных уровней и двигательным нейронам – эффекторам участков двигательной эфферентной импульсации.

Функция действие – информация исходит из эффекторной зоны, через эффекторы и моторную область воздействует на внешний мир $Д_1 \Rightarrow e$.

Движение – последовательность действий (*Д*), найденная случайно (ребенок научился ходить самостоятельно), или с помощью учителя (ребенок научился ходить с помощью родителей):

$$Д_1^{t1} \Rightarrow Д_1^{t2} \Rightarrow Д_1^{t3} \ldots \Rightarrow Д_1^{tn}.$$

Психическая функция или поведенческий акт – последовательность автоматизмов осуществляется в системе, функционирующей по рефлекторному принципу, в которой влияния центральных и рецепторно-эффекторных (периферических) зон взаимосвязаны и их совместная деятельность обеспечивает целостную реакцию.

Система имеет многоуровневую организацию, где каждый уровень, от рецепторных образований до эффекторных, вносит свой «специфический» вклад в «нервную» деятельность системы.

$$AB_1^{t1} \Rightarrow AB_2^{t2} \Rightarrow AB_2^{t3} \cdots \Rightarrow AB_1^{tn}.$$

Функция мысль – ансамбль возбужденных нейроподобных элементов на уровне подсознания (внутренняя модель внешнего или абстрактного мира, усиленная функцией мотивации в данный момент без выхода во внешний мир).

Функция мышление – последовательное взаимодействие ансамблей возбужденных нейроподобных элементов на уровне подсознания (внутренних моделей), направляемое уровнями возбуждения нейроподобных элементов, усиленными или ослабленными функцией мотивации. Информация циркулирует в замкнутом контуре – сенсорная область, уровни обработки информации (анализ, классификация, обобщение, запоминание, моторная область, сенсорная область) без выхода во внешнюю среду.

$$\Rightarrow \vec{a}\, R_r i\, \vec{a}' \Rightarrow Q_{ri}^{i}(\vec{a}, \vec{a}') \Rightarrow \vec{a}_i^{k} \Rightarrow e \Rightarrow.$$

Мыслить, размышлять, значит сознавать. В этом смысле «внутреннее проговаривание» – циклы передачи внутренней активной информации на вход системы – можно рассматривать как модель искусственного сознания интеллектуального компьютера, а циклы передачи внутренней активной информации на вход системы без включения «проговаривания» рассматривать как модель искусственного подсознания.

Функция сознание – распространение возбуждения по активным ансамблям нейроподобных элементов (внутренним моделям внешнего мира), усиленного функцией мотивации, отражающим важнейшие отношения в системе субъект – среда.

Функция подсознание – распространение возбуждения по активным ансамблям нейроподобных элементов (внутренним моделям внешнего мира), ослабленного функцией мотивации. Обеспечивает подготовку моделей для сознания, распознавания заученных образов и выполнения привычных движений.

Функция неосознанная реакция – внешняя информация на уровне подсознания вызывает обратное воздействие на внешний мир (безусловный и условный рефлексы, отработанные действия, вторичные автоматизмы).

Функция осознанная реакция – внешняя информация на уровне сознания вызывает обратное воздействие на внешний мир (осознанные действия в фазе формирования условных рефлексов и приобретения вторичных автоматизмов).

Функция интуиция – поиск новой информации, порождение гипотез и аналогий, создание новых временных связей, активация новых ансамблей нейроподобных элементов и порождение из них новых комбинаций, которые автоматически формируются в подсознании, наиболее активные из них прорываются в область сознания.

Подражание – наблюдая за действиями других объектов (например, наблюдая за поведением родителей, ребенок) объект внутренне на уровне микродвижений повторяет их действия (возникает небольшое возбуждение ансамблей нейроподобных элементов, задействованных в выполнении этих действий).

Затем, неоднократно повторяя эту последовательность в играх, закрепляет их (повторение приводит к увеличению порогов возбуждения ансамблей нейроподобных элементов), что приводит к выработке поведенческих стереотипов.

Искусственная личность. Искусственная личность есть идеальный конструкт, способный к поглощению всего многообразия процессов преобразования информации, антропоморфно отображающий деятельность своего прототипа – современного разумного человека.

Производная искусственной личности по умственным возможностям дает концепт интеллекта, а производная по физическим возможностям – денотат интеллекта.

Если конструировать искусственную личность как реальную машину, способную преобразовывать не только информацию, но и выполнять вещественные операции в окружающем мире, то она может быть реализована как робот с высокоразвитым интеллектом, имитирующий биологическую, живую машину – человека. В этом случае конструкт может быть назван «антропоморфной искусственной личностью» с соответствующими естественными требованиями к нему: наличие сенсорных органов, аппарата движения и опоры, наличие развитого аппарата переработки информации, естественности движений и поведения.

Если же конструировать искусственную личность как виртуальную машину, способную перерабатывать только информацию, то в этом случае конструкт может быть назван «виртуальной искусственной личностью-роботом». В отличие от антропоморфной искусственной личности, виртуальная все свои органы и элементы только имитирует в форме изображений, однако процессы переработки информации по их результативности вполне реальны и правдоподобны [9].

Индивидуальность системы. Индивидуальные различия системы проявляются в ее деятельности и поведенческих функциях, обусловлены как конструктивной природой ее организации, так и ее «жизненным» опытом, приобретаемым в результате обучения и функционирования.

Упрощенная виртуальная искусственная личность – робот реализована в проекте «VITROM». Проект демонстрировался в Ганновере на выставке CeBIT в 2000 – 2002 гг., в Пекине на выставке информационных технологий в 2000 г. и в павильонах ВДНХ Украины в 2000 – 2004 гг.

В интеллектуальной системе «Диалог» (2005) ***осуществлено*** моделирование мышления. Система демонстрировалась на международной конференции «Knowledge-Dialog-Solution 2007» в Варне и на международной научно-технической мультиконференции «Актуальные проблемы информационно-компьютерных технологий, мехатроники и робототехники 2009» в России.

Выводы

Искусственная интеллектуальная система, обладающая механизмами искусственного мышления (размышления), получает возможность рассуждать, упорядочивать и корректировать свои знания. Осуществляя повторный неоднократный ввод хранящейся в памяти информации, снова распознавая ее и сравнивая с содержимым памяти, тем самым выполняет неоднократный просмотр и коррекцию формируемых внутри образов (моделей внешнего мира) в непрерывном потоке информации реального внешнего мира. Действительно, по существу, процесс осознания представляет собой ассоциативное воспоминание с обновлением и требует периодического распознавания информации, представляющей внутреннее состояние (образ) и внешнюю среду (реальный мир). Модели, разработанные на базе предложенной теории искусственного интеллекта и осуществленные в проектах «VITROM» и «Диалог», показали возможность создания технических устройств, способных к восприятию визуальной и символьной информации, ее анализу, синтезу и накоплению. Обладающих способностью обучаться, отвечать на заданные вопросы, логически мыслить и размышлять.

Литература

1. Шевченко А.И. Актуальные проблемы теории искусственного интеллекта / Шевченко А.И. – Киев : ІПШІ «Наука і освіта», 2003. – 228 с.
2. Нервная система [Электоронный ресурс]. – Режим доступа : galactic.org.ua.

3. Соколов Е.Н. Принцип векторного кодирования в психофизиологии / Е.Н. Соколов // Вестник Московского университета. Серия 14 : Психология. – 1995. – № 4. – С. 3-13.
4. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии / Лурия А.Р. – М., 1973. – 173 с.
5. Ященко В.А. Рецепторно-эффекторные нейроподобные растущие сети – эффективное средство моделирования интеллекта. I ч. / В.А. Ященко // Кибернетика и системный анализ. – 1995. – № 4. – С. 54-62.
6. Ященко В.А. Рецепторно-эффекторные нейроподобные растущие сети – эффективное средство моделирования интеллекта. II ч. / В.А. Ященко // Кибернетика и системный анализ. – 1995. – № 5. – С. 94-102.
7. Yashchenko V.A. Receptor-effector neural-like growing network – an efficient tool for building intelligence systems / V.A. Yashchenko // Proc. of the second internatiional conference on information fusion, (California, July 6 – 8, 1999). – Sunnyvale Hilton Inn, Sunnyvale, California, USA, 1999. –Vol. II. – P. 1113-1118.
8. Ященко В.А. Размышляющие компьютеры / В.А. Ященко // Математичні машини і системи. – 2006. – № 1. – С. 49-59.
9. Ященко В.А. Некоторые аспекты «нервной деятельности» интеллектуальных систем и роботов / В.А. Ященко // Искусственный интеллект. – 2009. – № 4. – С. 504-511.

Literatura

1. Shevchenko A.I. Aktual'nye problemy teorii iskusstvennogo intellekta. Kyiv: IPShI "Nauka i osvita". 2003. 228 s.
2. Nervnaja sistema. www.galactic.org.ua.
3. Sokolov E.H. Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 14: Psihologija. 1995. № 4. S. 3-13.
4. Lurija A.R. Osnovy nejropsihologii. M. 1973. 173 s.
5. Jashhenko V.A. Kibernetika i sistemnyj analiz. 1995. № 4. S. 54- 62.
6. Jashhenko V.A. Kibernetika i sistemnyj analiz. 1995. № 5. S. 94-102.
7. Yashchenko V.A. Proc. of the second internatiional conference on information fusion, (California, July 6–8 1999). Sunnyvale Hilton Inn, Sunnyvale, California. USA. 1999. Vol. II. P. 1113 – 1118.
8. Jashhenko V.A. Matematychni mashyny i systemy. 2006. № 1. S. 49-59.
9. Jashhenko V.A. Iskusstvennyj intellekt. 2009. № 4. S. 504-511.

REZUME

V.A. Yashchenko

Some Provisions of the Artificial Intelligence Theory

In the article, the key points of the general theory of artificial intelligence are described: the doctrine of neural cells and neural-like growing networks multidimensional, temporary and long-term memory; the doctrine of the functional organization of the "brain" for the systems with artificial intelligence; the theory of the sensory system; the theory of the modulation system; the theory of the motor system, the theory of the conditional and unconditional reflex and reflex arc; the doctrine of motivation; the doctrine of goal directed behavior, the theories of "thinking", "consciousness", "subconscious" and artificial personality.

Artificial intelligent system has a mechanism of artificial thinking. It is able to talk, organize, and update their knowledge. Implementing a multiple re-entry of information stored in the memory, again recognizing and comparing it with the contents of the memory, thus performs a repeated review and correction of images formed inside (models of the external world) in a continuous flow of information to the real external world. Indeed, in essence, the process of realizing is an associative memory with the upgrade and requires periodic detection information of the internal state (the image) and the environment (real world). Models developed on the basis of the proposed theory of artificial intelligence and implemented in projects "VITROM" and "Dialogue" showed the ability to create technical devices, the ability to perceive the visual and symbolic, analysis, synthesis and accumulation. They have the ability to learn, to respond to questions, to think logically and consider.

Статья поступила в редакцию 06.08.2012.